

Л.Я. ЕМЕЛЬЯНОВ, канд. физ.-мат. наук, зав. отделом, Институт ионосферы, Харьков

А.А. КОНОНЕНКО, м.н.с., Институт ионосферы, Харьков

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ИОНОСФЕРНАЯ СТАНЦИЯ “БАЗИС” КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИОНОСФЕРЫ

Наведено основні параметри іонозонду обсерваторії Інституту іоносфери та результати порівняння іонограм, отриманих методом вертикального зондування трьома станціями: іонозондом “Базис” (Харків), дігізондами DPS-4 в Прухоніце (Чехія) та в Москві (Росія).

Приведены основные параметры ионозонда обсерватории Института ионосферы и результаты сравнения ионограмм, полученных методом вертикального зондирования тремя станциями: ионозондом “Базис” (Харьков), дигизондами DPS-4 в Прухонице (Чехия) и в Москве (Россия).

The basic parameters of the ionosonde of the Institute of ionosphere are presented, and the results of comparison of ionograms, obtained by a method of vertical sounding using three stations: ionosonde “Bazis” (Kharkiv), digisondes DPS-4 in Pruhonice (Czech Republic) and in Moscow (Russia), are presented.

Постановка задачі. Іоносферні станції (іонозонди) являються одним із найбільше розповсюджених інструментів дослідження іоносфери і дозволяють ефективно проводити моніторинг її стану. Дані, отримані з їх допомогою, використовуються для рішення практичних задач (рахунок умов розповсюдження радіоволн для цілей КВ і УКВ радіосвязи і др.) і теоретичних досліджень іоносфери. Методи і результати досліджень з допомогою іонозондів описані в багатьох працях, наприклад, [1 – 3].

В Інституті іоносфери використовується автоматична іоносферна станція “Базис”, яка знаходиться вблизи г. Харкова (49.6° с.ш., 36.3° в.д.) і дозволяє проводити вертикальне, нахилне і трансіоносферне імпульсне зондування [4]. Станція застосовується в складі радару некогерентного розсіяння для його калібрування, а також для визначення основних параметрів іоносфери (електронної концентрації, висоти максимуму іонізації і др.). Використання станції для моніторингу іоносфери в складі мережі іонозондів має велике практичне і наукове значення.

Ціль статті – дослідження ефективності використання автоматичної іоносферної станції “Базис” для моніторингу іоносфери і виявлення широтних і довготних ефектів при відсутності возмущень в іоносфері.

Основні технічні характеристики іонозонда “Базис”:

- діапазон робочих частот в режимі вертикального зондування 1 – 20 МГц;

- закон изменения частот – линейно возрастающий с одним из дискретных шагов в интервале 1 – 100 кГц;
- количество рабочих частот – 400;
- разрешающая способность по высоте – 3 км;
- частота повторения импульсов – 100 Гц;
- длительность импульса – 100 мкс;
- импульсная мощность передатчика не менее 15 кВт;
- антенны – ромбические с вертикальным излучением: приёмная и передающая антенны идентичны и расположены ортогонально;
- отображение информации – на электрохимической бумаге и в цифровом виде с возможностью сохранения данных на жёстком диске персонального компьютера.

Сравнение ионограмм. Сопоставление полученных в цифровом виде ионограмм станции “Базис” (рис. 1) с ионограммами [5] (рис. 2) дигизонда DPS-4 в Прухонице (Чехия, 50.0° с.ш., 14.6° в.д.), расположенного на широте близкой к широте харьковской станции, показало, что при спокойном состоянии ионосферы ионограммы находятся в хорошем согласии при учёте разницы местного времени, которая составляет приблизительно 1 час (на рис. 1 и 2 время ЕЕТ и СЕТ соответственно).

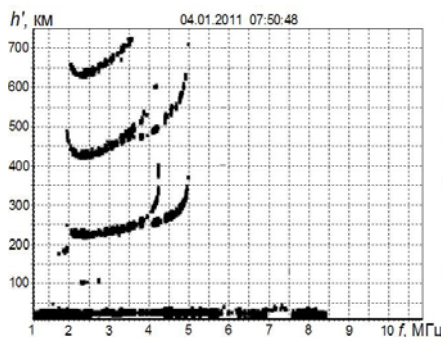


Рис. 1. Ионограмма
ионозонда “Базис”, Харьков

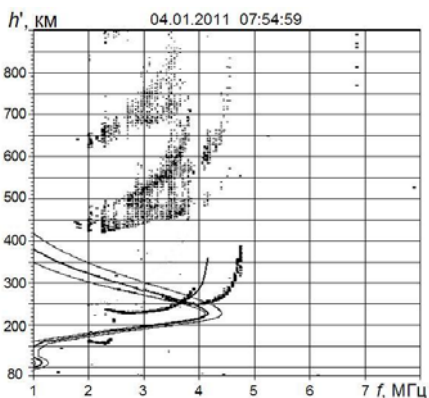


Рис. 2. Ионограмма дигизонда
DPS-4, Прухонице

Временные вариации критической частоты. На рис. 3 представлены временные вариации критических частот слоя F2 (f_oF2) 25–27 марта 2011 г. (для Харькова и Москвы время ЕЕТ, Прухонице – СЕТ).

Результаты измерений в течение 4-х суток показали, что при спокойном состоянии ионосферы ионограммы станции “Базис” и

дигизонда в Прухонице находятся в хорошем согласии при учёте разницы местного времени, которая составляет приблизительно 1 час.

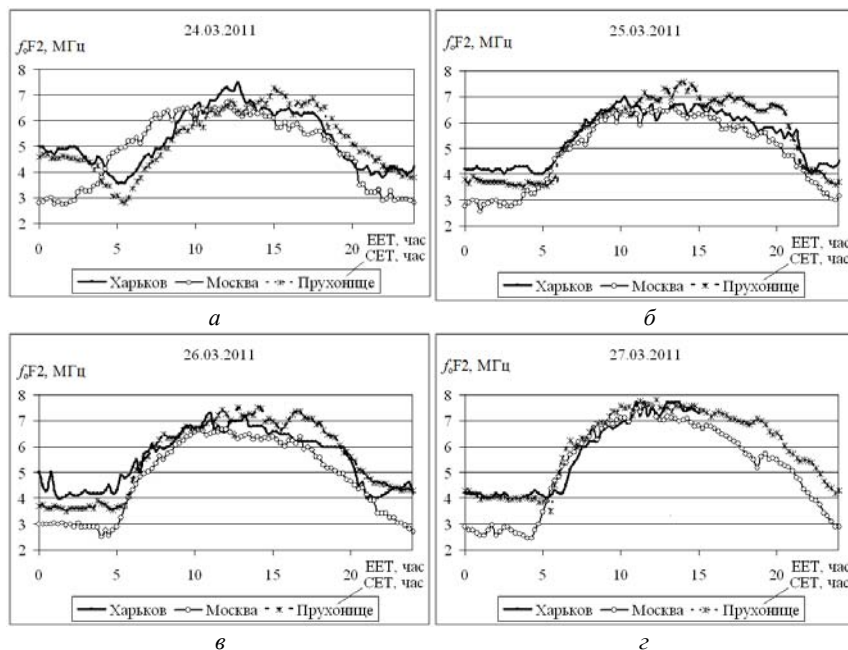


Рис. 3. Временные вариации критической частоты, полученные 24, 25, 26 и 27 марта 2011 г. ионозондами в Харькове, Москве и Прухонице

В результате сравнения данных харьковской станции с данными дигизонда DPS-4 [6], расположенного в Москве (Россия, 55,5° с.ш., 37,3° в.д.), выяснено, что вариации критической частоты имеют ряд отличий, связанных, очевидно, с широтными эффектами в ионосфере, в частности, с различным зенитным углом Солнца и с различием в расположении магнитосопреженных областей для Харькова и Москвы.

Корреляционный анализ. На рис. 4 приведены нормированные взаимные корреляционные функции критических частот f_0F2 , измеренных в Харькове и Прухонице (линия 1), а также в Харькове и Москве (линия 2).

Из рис. 4 видно, что вид нормированных взаимных корреляционных функций близок к гармоническому, период корреляционной функции составляет 24 часа.

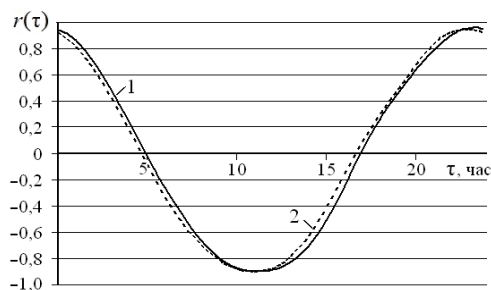


Рис. 4. Взаимные корреляционные функции критических частот, измеренных 25 марта 2011 г. ионозондами в Харькове – Прухонице (1) и Харькове – Москве (2)

Выводы. Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы.

1. Ионосферная станция “Базис” может работать как в составе радара некогерентного рассеяния для его калибровки, так и в автономном режиме для мониторинга ионосферных процессов в течение продолжительного периода времени (не потребляя значительных энергетических ресурсов).

2. При спокойном состоянии ионосферы ионограммы ионозондов Харькова и Прухонице находятся в хорошем согласии при учёте разницы местного времени.

3. Выявлена высокая корреляция в вариациях критической частоты на ионозондах Харькова, Прухонице и Москвы при отсутствии возмущений в ионосфере.

4. Ионосферная станция “Базис” позволяет эффективно проводить мониторинг ионосферы, работая в сети ионозондов.

Список литературы: 1. Галкин А.И. Ионосферные измерения / А.И. Галкин, Н.М. Ерофеев, Э.С. Казимировский, В.Д. Кокоуров. – М.: Наука, 1971. – 174 с. 2. Reinisch B.W. Recent advances in real time analysis of ionograms and ionospheric drift measurements with digisondes / B.W. Reinisch, X.Huang, I.A. Galkin et al. // J. Atmos. Terr. Phys. – 2005. – Vol. 67, № 12. – P. 1054 – 1062. 3. Ратовский К.Г. Современный цифровой ионозонд DPS-4 и его возможности / К.Г. Ратовский, А.П. Потехин, А.В. Медведев, В.И. Куркин // Солнечно-земная физика. – 2004. – Т. 118, № 5. – С. 102 – 104. 4. Барабаш В.В. Станция вертикального зондирования института ионосферы / В.В. Барабаш, И.Б. Скляров // Вестник НТУ “ХПИ”. – 2010. – № 23. – С. 7 – 12. 5. Pруhonice / Digisonde-4D / Czech Republic. – <http://147.231.47.3>. 6. Moscow / Digisonde DPS-4/ Russia – <http://dps.izmiran.ru>.

Поступила в редколлегию 30.06.2011